

Control of electric motor with rotor and stator - determining rotational angle of rotor by angle transmitter and has magnetic rotational field impressed in stator

Patent number: DE4100864
Publication date: 1992-07-16
Inventor: JUNCK RAINER (DE); SCHULIN GUNTER (DE); FOTH RONALD (DE)
Applicant: SCHALTBAU GMBH (DE)
Classification:
- international: H02P6/00; H02P7/63
- european: H02P6/08B
Application number: DE19914100864 19910114
Priority number(s): DE19914100864 19910114

Abstract of DE4100864

The windings (2) of the stator (1) are shifted in phase to each other, depending on the rotational angular position of the rotor (3), determined by the optical angle transmitter (4), and AC voltages are applied building up together a rotating voltage system. With the loading of the motor, the phase position of the rotating voltage system is shifted, depending on the loading of the motor compared to the phase position of the rotating voltage system in the no load operation of the motor.

The phase of the rotating voltage system is advanced with an increasing loading of the motor. The motor loading is established by measuring the load current flowing through the stator windings (2).

USE/ADVANTAGE - Method for controlling electric synchronous motor. Improved torque.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 41 00 864 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
H 02 P 6/00
H 02 P 7/63

②1 Aktenzeichen: P 41 00 864.2
②2 Anmeldetag: 14. 1. 91
④3 Offenlegungstag: 16. 7. 92

DE 41 00 864 A 1

⑦1 Anmelder:
Schaltbau GmbH, 8000 München, DE

⑦4 Vertreter:
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehnold, A.,
Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys.; Goldbach, K.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Aufenanger, M., Dipl.-Ing.;
Klitzsch, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦2 Erfinder:
Junck, Rainer, 8000 München, DE; Schulin, Gunter;
Foth, Ronald, 8011 Baldham, DE

⑤4 Verfahren zum Ansteuern eines elektrischen Synchronmotors

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ansteuern eines elektrischen Synchronmotors sowie einen elektrischen Synchronmotor zur Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Durch Anlegen eines Drehspannungssystems an die Wicklungen des Stators des elektrischen Synchronmotors wird in Abhängigkeit der Rotorlage ein magnetisches Drehfeld aufgebaut. Dabei wird die Phase des angelegten Drehspannungssystems in Abhängigkeit der gemessenen Motorbelastung verschoben, um bei jeder Motorbelastung das dazu erforderliche Drehmoment mit möglichst kleinem Strom aufzubauen. Dies bedeutet einen günstigen Wirkungsgrad.

DE 41 00 864 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ansteuern eines elektrischen Synchronmotors mit einem Wicklungen aufweisenden Stator und einem Rotor, dessen Drehwinkellage von einem Winkelgeber erfaßt wird, wobei in den Stator ein magnetisches Drehfeld eingepreßt wird, indem an die Wicklungen des Stators in Abhängigkeit der von dem Winkelgeber erfaßten Drehwinkellage des Rotors zueinander phasenverschobene und miteinander ein Drehspannungssystem aufbauende Wechselspannungen angelegt werden.

Die vorliegende Erfindung betrifft ferner einen elektrischen Synchronmotor mit einem Wicklungen aufweisenden Stator, einem Rotor, einem Winkelgeber zum Erfassen der momentanen Drehwinkellage des Rotors und mit einer Steuerungsschaltung zum Einprägen eines magnetischen Drehfelds in dem Stator durch Anlegen mehrerer zueinander phasenverschobener und ein Drehspannungssystem bildender Wechselspannungen an die Statorwicklungen in Abhängigkeit der Drehwinkellage des Rotors, zum Durchführen des obengenannten Verfahrens.

Derartige Synchronmotoren haben in letzter Zeit an Bedeutung gewonnen und werden verzugsweise dort eingesetzt, wo ein Regelverhalten ähnlich dem von Gleichstrommotoren erwünscht ist, jedoch die bei Gleichstrommotoren vorhandenen Bürsten vermieden werden sollen.

Bei dieser Art von Synchronmotoren wird die Drehzahl wie bei Gleichstrommotoren über die Höhe der angelegten Spannungen geregelt und nicht wie bei herkömmlichen Synchronmotoren über die Frequenz. Entsprechend werden sie in der Literatur als "bürstenlose" oder "elektrisch kommutierte Gleichstrommotore" bezeichnet.

Bei den bisher bekannten elektrisch kommutierten Gleichstrommotoren erweist sich die noch ungenügend hohe Drehmomentenausbeute als nachteilig. Zusätzlich erweisen sich außerdem die in der Regel vorhandenen hohen Blindleistungsanteile als nachteilig.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren für einen Synchronmotor anzugeben, mit dessen Hilfe mit geringem Aufwand ein verbessertes Drehmoment erzielt werden kann, sowie einen Synchronmotor anzugeben, auf dem das Verfahren ausgeführt werden kann.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem das eingangs genannte Verfahren derart erweitert wird, daß bei Belastung des Motors die Phasenlage des Drehspannungssystems in Abhängigkeit der Motorbelastung gegenüber der Phasentage des Drehspannungssystems im Leerlaufbetrieb des Motors verschoben wird, sowie dadurch, daß der eingangs genannte Synchronmotor um das Merkmal einer die Motorlast erfassenden Meßeinrichtung erweitert wird, sowie dadurch, daß die Steuerungsschaltung des Drehspannungssystems in Abhängigkeit der erfaßten Motorlast verschiebt.

Aus der Kenntnis heraus, daß der Lastwinkel zwischen angelegter Spannung und resultierendem Strom in jeder Wicklung des Stators von der momentanen Motorbelastung beeinflusst wird, berücksichtigt das erfindungsgemäße Verfahren die Motorbelastung und führt abhängig davon eine Phasenverschiebung bei den an den Statorwicklungen angelegten Wechselspannungen bzw. bei dem von diesen Spannungen aufgebauten Drehspannungssystem durch. Damit ist es möglich, die

in den Wicklungen fließenden Ströme und die mit den Strömen in Phase liegenden magnetischen Felder in ihrer Phase zu verändern. Somit kann in jedem Belastungsfall eine günstigere Stellung zwischen Rotor und magnetischem Drehfeld erreicht werden. Daneben ist es über die Phasenverschiebung möglich, die Blindleistungsanteile zu reduzieren. Somit muß bei gleicher Wirkleistung weniger Scheinleistung geschaltet werden, was den Einsatz von kleineren, kostengünstigeren Schaltbauteilen zuläßt.

Zur Steigerung der Drehmomentenausbeute im Treibbetrieb ist es günstig, wenn bei steigender Motorlast die Phase des angelegten Drehspannungssystems immer weiter voreilend eingestellt wird. Es gibt jedoch auch Betriebssituationen des Synchronmotors, bei denen eine nachteilige Phasenverschiebung von Vorteil ist, beispielsweise während des Brems- oder während des sogenannten Feldschwächebetriebs.

Die Motorbelastung wird vorzugsweise durch Messen des in die Wicklungen fließenden Laststromes erfaßt. Dieses Meßverfahren bietet sich auf Grund seiner Genauigkeit, Einfachheit und geringen Kosten an. Das Messen des Stromes kann dabei am Gleichspannungszwischenkreis erfolgen, was gegenüber einer Messung in den Wicklungen den Vorteil bietet, daß nur ein Meßfühler benötigt wird.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens können die für die unterschiedlichen Motorbelastungen einzustellenden Phasenverschiebungen als Werte in einem Speicher vorher abgelegt werden. Dies bringt den Vorteil mit sich, daß die Zuordnung zwischen Motorbelastung und Phasenverschiebung bei neuen Betriebsbedingungen leicht geändert werden kann.

Weiterhin wird das Verfahren vorzugsweise mit sinusartig verlaufenden Wechselspannungen zur Ansteuerung der Wicklungen durchgeführt, wodurch gegenüber einer Ansteuerung mit blockförmigen Spannungen ein runderer Motorlauf insbesondere bei niedrigen Drehzahlen und eine genauere Einstellmöglichkeit für die Phase des Drehspannungssystems erhalten wird. Blockförmige Ansteuerung kann verwendet werden, wenn ein besonders einfacher Schaltungsaufbau gewünscht ist, nicht allzu hohe Anforderungen an die Drehmomentenausbeute gestellt werden und die bei blockförmiger Ansteuerung verstärkt auftretenden Blindkomponenten hingenommen werden können.

Die an die Wicklungen angelegten Wechselspannungen werden vorzugsweise von gleich beabstandeten Stützwerten gebildet, wobei der momentan für eine Wechselspannung ausgewählte Stützwert von der momentanen Drehwinkellage des Rotors und der erfaßten Motorlast abhängt. Gegenüber einer kontinuierlichen Erzeugung bietet die Verwendung einzelner Stützwerte den Vorteil, daß diese leicht in einem Speicher abgelegt und bestimmten Kombinationen aus Drehwinkellage und Motorbelastung zugeordnet werden können.

Vorzugsweise werden die Stützwerte dabei pulsweitenmoduliert an die Statorwicklung angelegt. Das bedeutet, daß ein bestimmter Stützwert nicht durch eine bestimmte Amplitude, sondern durch eine bestimmte Pulsweite repräsentiert wird. Dies ist schaltungstechnisch gesehen von Vorteil, da dadurch eine konstante Spannungsquelle lediglich über einen gewissen Zeitraum einer Wicklung zugeschaltet werden muß. Die Zuschaltung der Spannungsquelle an die einzelnen entsprechenden Wicklungen kann über Transistoren erfolgen.

gend fein angenähert wird, was für einen runden Motorlauf wichtig ist.

Weiter wird das erfindungsgemäße Verfahren vorzugsweise so durchgeführt, daß zur Steigerung der Motordrehzahl auf einen Feldschwächebetrieb umgeschaltet wird, indem die Phasenverschiebung des Drehspannungssystems gegenüber den vorgegebenen Sollwerten so vermindert wird, daß die vom Rotor ausgehende Feldwirkung von dem magnetischen Drehfeld geschwächt wird. Auf diese Weise kann ein Feldschwächebetrieb besonders einfach erreicht werden.

Schließlich wird bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform zur Steigerung der Drehzahl über die bei Orientierung des Drehspannungssystems an der Rotorlage maximal mögliche Drehzahl hinaus, auf einen Betrieb umgeschaltet, bei dem die vom Winkelgeber gelieferten Signale nicht beachtet werden, sondern die Motordrehzahl von der Frequenz und den proportional zur Frequenz angehobenen Amplituden der angelegten Wechselspannungen bestimmt wird. Auf diese Weise ist es möglich, wahlweise zwischen einen Betrieb nach dem erfindungsgemäßen Verfahren und einem herkömmlichen Synchronmotorbetrieb umzuschalten und damit die Vorteile beider Betriebsarten verfügbar zu haben.

Der erfindungsgemäße elektrische Synchronmotor weist bevorzugtermaßen eine Steuerungsschaltung auf, die so ausgelegt ist, daß sie die Phase des Drehspannungssystems mit zunehmender von der Meßeinrichtung erfaßter Motorlast voreilend einstellt. Damit ist der elektrische Synchronmotor in der Lage, die voreilende Phasenverschiebung bei steigender Motorlast gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren auszuführen.

Weiterhin weist der elektrische Synchronmotor bevorzugterweise eine Meßeinrichtung auf, die eine Strommeßeinrichtung ist, die die in die Statorwicklungen fließende Lastströme erfaßt. Eine derartige Strommeßeinrichtung ist leicht zu realisieren, kostengünstig und genau.

Eine besonders bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen elektrischen Synchronmotors verwendet einen permanenterrregten Rotor. Obgleich es auch denkbar ist, elektrisch erregte Rotoren zu verwenden, bieten permanenterrregte Rotoren den Vorteil, daß keine Bürsten benötigt werden, daher keine Kühlung des Rotors aufgrund von Reibungswärme des Rotors erforderlich ist und damit eine gekapselte Bauweise für den Motor möglich ist. Auch sind die zur Zeit mit permanenterrregten Rotoren erzielbaren Feldstärken noch höher als die mit elektrisch erregten Rohren erzielbaren Feldstärken.

Vorzugsweise ist der Winkelgeber so beschaffen, daß er die Drehwinkellage des Rotors mit hoher Auflösung erfaßt, vorzugsweise auf ein halbes Grad genau. Bei einer hohen Auflösung der Drehwinkellage des Rotors können feine Phasenverschiebungen ausgeführt werden.

Vorzugsweise umfaßt die Steuerung des erfindungsgemäßen elektrischen Synchronmotors einen Speicher, der Daten speichert, die den Zusammenhang zwischen der gemessenen Motorlast und der einzustellenden Phase des Drehspannungssystems angeben. Das Ablesen des funktionalen Zusammenhangs zwischen Motorbelastung und Phasenverschiebung in einem Speicher ermöglicht einen einfachen Aufbau der Steuerungsschaltung sowie eine schnelle Umstellung auf veränderte Betriebsbedingungen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des elektrischen Synchronmotors weist die Steuerungs-

schaltung einen Microcontroller auf, der Daten aus dem Speicher ausliest und in entsprechende Schaltsignale umsetzt. Die Verwendung eines Microcontrollers gestattet einen platz- und kostensparenden Aufbau der Steuerungsschaltung.

Es folgt eine Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens und des erfindungsgemäßen elektrischen Synchronmotors. Die beiliegenden Zeichnungen dienen dem besseren Verständnis. Dabei zeigen im einzelnen:

Fig. 1 eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Synchronmotors,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der verwendeten Pulsweitenmodulation,

Fig. 3a - d ein Beispiel, wie die Stützwerte in einem Speicher organisiert sein können und wie eine Phasenverschiebung bewirkt wird.

In Fig. 1 ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen elektrischen Synchronmotors zum Anwenden des erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt. Der Synchronmotor weist einen Wicklungen 2 aufweisenden Stator 1, einen permanent erregten Rotor 3, einen die momentane Rotorposition anzeigenden Winkelgeber 4, eine Steuerungsschaltung 5 sowie eine Gleichrichterschaltung 6 mit parallelgeschalteten Kondensator 7 auf. Die auf dem Stator 1 sitzenden Wicklungen 2 werden von der Steuerungsschaltung 5 so angesteuert, daß sich in den Stator ein magnetisches Drehfeld aufgrund eines angelegten Drehspannungssystems aufbaut. Die Ansteuerung der Wicklungen geschieht dabei in Abhängigkeit der vom optischen Winkelgeber 4 gemeldeten momentanen Rotorposition. Der Rotorlagegeber erfaßt die Rotorlage mit einer Genauigkeit von 360 Schritten pro Umdrehung, d. h. die Rotorlage wird auf ein Grad genau erfaßt. Ist ein besonders weicher Lauf des Motors erwünscht, so sollte die Auflösung des Winkelgebers jedoch 720 Rotorlagen pro Umdrehung betragen. Die an den Wicklungen anliegenden Spannungen werden bei dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel dem 380 Volt Dreiphasennetz mit nachgeschalteter Gleichrichtung entnommen. Die Spannung wird den einzelnen Wicklungen über die Schalttransistoren 9a - c und 10a - c zugeführt. Die Dioden 11 dienen zum Schutz der Schaltung vor Überspannungen während der Umschaltzeiten der Transistoren. Die durch die Verschaltung der Transistoren gebildete Drehstrombrücke 13 wird vom Microcontroller 8 gesteuert. Neben den Eingangssignalen, die vom Winkelgeber 4 geliefert werden, erhält der Microcontroller zusätzlich von der Motorlastfassungseinrichtung 14 Informationen über die momentan herrschende Motorbelastung. Der Microcontroller steuert die Wicklungen 2 mit pulsweitenmodulierten Sinusspannungen an. Der Sinusverlauf ist in Form von Stützwerten im Speicher 15 gespeichert.

Im folgenden wird nun beschrieben, wie der Synchronmotor prinzipiell als elektrisch kommutierter Gleichstrommotor betrieben werden kann. Zum Anreiben des Rotors 3 in Fig. 1 werden an die Wicklungen 2 des Stators 1 jeweils zueinander phasenverschobene Spannungen angelegt. Die Spannungen weisen im Falle des dargestellten Dreiphasenmotors eine Phasenverschiebung von jeweils 120 Grad zueinander auf. Durch die Wechselwirkung zwischen dem Permanentfeld des Rotors und dem oben beschriebenen Drehfeld im Stator entsteht ein Drehmoment. Die bei einer Drehung des Rotors erforderliche Weiterschaltung der stromführenden Statorwicklungsabschnitte (Kommutierung) steuert der Microcontroller. Von dem Winkelgeber 4 wird die

werte 4, 124 und 244. Bleibt die Motorbelastung bei diesem Belastungsfall B weiterhin bestehen, so werden bei der nächsten Rotorlage die Stützwerte 5, 125 und 245 ausgegeben. Wird der Motor nun wieder im Leerlauf betrieben, so muß die Phase wieder zurückgenommen werden. Statt als nächstes die Stützwerte 6, 126 und 246 auszulesen, werden die Stützwerte 4, 124 und 244 entsprechend einer Phasenverschiebung von - 2 Grad ausgelesen. Nur in dieser Weise ist eine ständige Anpassung an die Motorbelastung gewährleistet. Wurde der Motor in dem eben erläuterten Beispiel im Vorwärtsbetrieb betrieben, so kann er durch Auslesen der in Fig. 3c ausgegebenen Tabelle in entgegengesetzter Richtung im Rückwärtsbetrieb gefahren werden. Bezüglich der abzuspeichernden Stützwerte ist zu beachten, daß während einer vollen Sinusschwingung jeder Stützwert natürlich zweimal auftritt. Gespeichert werden muß er jedoch nur einmal, was in dem oben angegebenen Beispiel bedeutet, daß lediglich 180 und nicht 360 Stützwerte gespeichert sein müssen.

Da der Microcontroller 8 aus Fig. 1 zum Umsetzen der vom Winkelgeber 4 und der Motorbelastungserfassungseinrichtung 14 gelieferten Information in entsprechende Schaltsignale für die Transistoren 9a - c und 10a - c eine gewisse Verarbeitungszeit benötigt, würden insbesondere bei schnellaufendem Motor die entsprechenden Stützwerte immer verspätet an den Statorwicklungen anliegen. Um diesem vorzubeugen, berechnet der Microcontroller die nächste Rotorlage jeweils bereits vor. Damit ist sichergestellt, daß die zu einer bestimmten Rotorlage gehörenden Stützwerte im richtigen Zeitpunkt ausgegeben werden können. Bezüglich Fig. 3c bedeutet dies, daß der Microcontroller bereits, während die zu den Stützwerten 0, 120 und 240 gehörenden Schaltsignale an den Transistoren anliegen, die Stützwerte 1, 121 und 241 für die nächste Rotorlage aus dem Speicher ausliest und soweit aufbereitet, daß sie zu Beginn der nächsten Rotorlage an die Wicklungen angelegt werden können. Diese Vorberechnung wird im Rechts- und Linkstreibetrieb angewendet.

Auch beim Bremsen des Motors erfolgt zur Kompensation der endlichen Verarbeitungsgeschwindigkeit des Microcontrollers eine Vorberechnung des als nächstes auszugebenden Stützwertes. Allerdings wird bei dieser Vorberechnung nicht die Rotorlage zugrundegelegt, zu der ein vorberechneter Stützwert schließlich ausgegeben wird, sondern eine zeitlich frühere Rotorlage. Dadurch kann eine Bremswirkung erzielt werden. Vorzugsweise wird daher zur Berechnung des nächsten Stützwertes die gerade aktuelle Rotorlage zugrundegelegt. Anhand der Tabelle der Fig. 3c bedeutet dies, daß bei einer Rotorlage, bei der eigentlich bereits die Stützwerte 1, 121 und 241 auszugeben wären, statt dessen die Stützwerte 0, 120 und 240 an den Wicklungen anliegen.

Wird der Motor bei hohen Drehzahlen betrieben, so kann der Fall auftreten, daß der Microcontroller 8 trotz der erwähnten Vorberechnung der Stützwerte nicht mit den vom Winkelgeber 4 der Fig. 1 gelieferten Signalen mithalten kann. In diesem Fall schaltet der Microcontroller auf einen Betrieb um, bei dem er nicht mehr zur Vorberechnung eines jeden Stützwertes die aktuelle Motorbelastung überprüft, sondern diese für mehrere Stützwerte als konstant annimmt. Damit muß das zeitaufwendige Einlesen der momentanen Motorbelastung bzw. des momentanen Laststromes nurmehr bei beispielsweise jedem zweiten, achten, sechzehnten usw. Stützwert erfolgen. Diese Kette von Stützwerten, für die alle dieselbe Motorbelastung angenommen wird,

kann dann gemeinsam vorberechnet werden und dann hintereinander zu den entsprechenden Rotorlagen ausgegeben werden. Falls eine nicht allzu feine Annäherung an den nachzubildenden sinusförmigen Spannungsverlauf gefordert ist, können mehrmals hintereinander die gleichen Stützwerte bzw. Pulsausgabemuster ausgegeben werden. Von diesen aufeinanderfolgenden gleichen Stützwerten wird vorzugsweise der mittlere Stützwert exakt berechnet. Die gemeinsame Vorberechnung für mehrere Stützwerte kann jedoch auch in der Weise erfolgen, daß zur Vorberechnung eines jeden Stützwertes diejenige Rotorlage zugrundegelegt wird, zu der dieser Stützwert auch ausgegeben wird.

Man kann bei elektrischen Synchronmotoren einen sogenannten Feldschwächebetrieb zur Steigerung der Drehzahl bei verringertem Drehmoment vornehmen. Eine derartige Feldschwächung kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren in einfacher Weise dadurch erreicht werden, daß die aufgrund einer bestimmten Motorbelastung vorgenommenen Phasenverschiebung des Drehspannungssystems kleiner ausgeführt wird, als es für ein hohes Drehmoment nötig wäre. Diese Maßnahme führt zu Gegenfeldern, die das Feld des Rotors schwächen. Der Motor kann unter diesem geschwächten Feld schneller betrieben werden. Bezogen auf Fig. 3c bedeutet dies, daß bei einem Wechsel vom Leerlauf in einen Belastungsbetrieb nicht die Stützwerte 4, 124 und 244, sondern beispielsweise die Stützwerte 3, 123 und 243 als nächstes an die Wicklungen angelegt werden müssen. Entsprechend wird eine Phasenverschiebung nicht um 2, sondern nur um 1 Grad bewirkt.

Schließlich ist anzumerken, daß der Microcontroller auch so eingestellt werden kann, daß er die vom Winkelgeber 4 aus Fig. 1 und von der Motorbelastungserfassungseinrichtung 14 gelieferte Information nicht auswertet, sondern selbständig ein bestimmtes Drehspannungssystem an die Wicklungen anlegt. Damit wird der erfindungsgemäße Synchronmotor als normaler Synchronmotor betrieben. Dies kann vorteilhaft sein, wenn eine Motordrehzahl erreicht werden soll, die über der im feldorientierten Betrieb maximal möglichen Drehzahl liegt. Der Microcontroller bestimmt in diesem Fall über die angelegte Frequenz des Drehspannungssystems und dessen proportional zur Drehzahl veränderten Ausgangsamplitude die Umlaufgeschwindigkeit des Rotors.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ansteuern eines elektrischen Synchronmotors mit einem Wicklungen aufweisenden Stator und einem Rotor, dessen Drehwinkellage von einem Winkelgeber erfaßt wird, wobei in den Stator ein magnetisches Drehfeld eingepreßt wird, indem an die Wicklungen des Stators in Abhängigkeit der von dem Winkelgeber erfaßten Drehwinkellage des Rotors zueinander phasenverschobene und miteinander ein Drehspannungssystem aufbauende Wechselspannungen angelegt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Belastung des Motors die Phasenlage des Drehspannungssystems in Abhängigkeit der Motorbelastung gegenüber der Phasenlage des Drehspannungssystems im Leerlaufbetrieb des Motors verschoben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Phase des Drehspannungssystems mit steigender Belastung des Motors voreilend ein-

ausgelegt ist, daß sie die Phase des Drehspannungssystems mit zunehmender von der Meßeinrichtung (14) erfaßter Motorlast voreilend einstellt.

22. Synchronmotor nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung eine Strommeßeinrichtung (14) ist, die die in die Statorwicklungen (2) fließenden Lastströme erfaßt. 5

23. Synchronmotor nach mindestens einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (3) permanent erregt ist. 10

24. Synchronmotor nach mindestens einem der Ansprüche 20 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkelgeber (4) so beschaffen ist, daß er die Drehwinkellage des Rotors (3) mit hoher Auflösung erfaßt, vorzugsweise auf ein halbes Grad genau. 15

25. Synchronmotor nach mindestens einem der Ansprüche 20 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerungsschaltung (5) einen Speicher (15) umfaßt, der Daten speichert, die den Zusammenhang zwischen der gemessenen Motorlast und der einzustellenden Phase des Drehspannungssystems angeben. 20

26. Synchronmotor nach mindestens einem der Ansprüche 20 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerungsschaltung (5) einen Microcontroller (8) aufweist, der Daten aus dem Speicher (15) ausliest und in entsprechende Schaltsignale umsetzt. 25

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

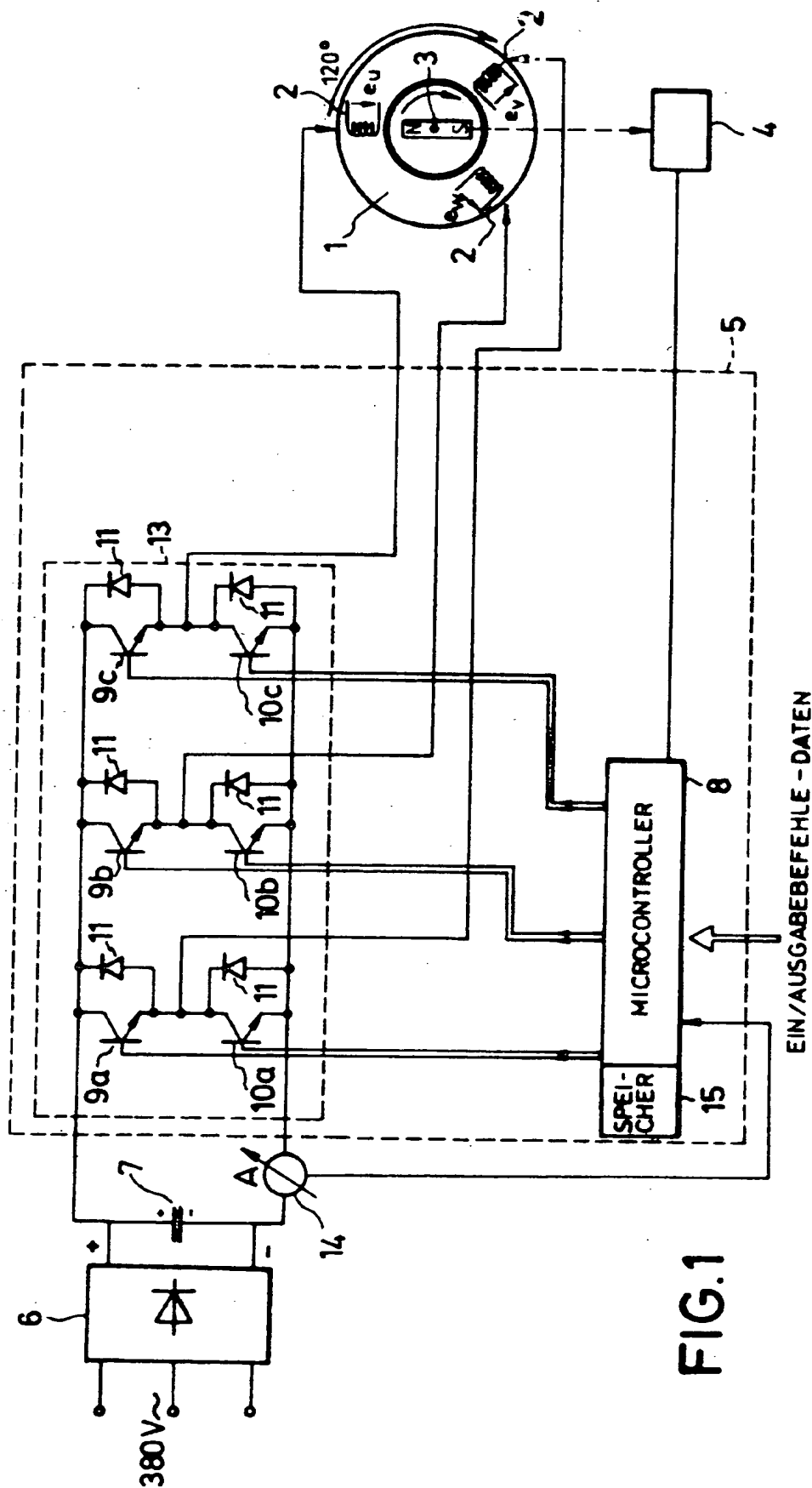
45

50

55

60

65



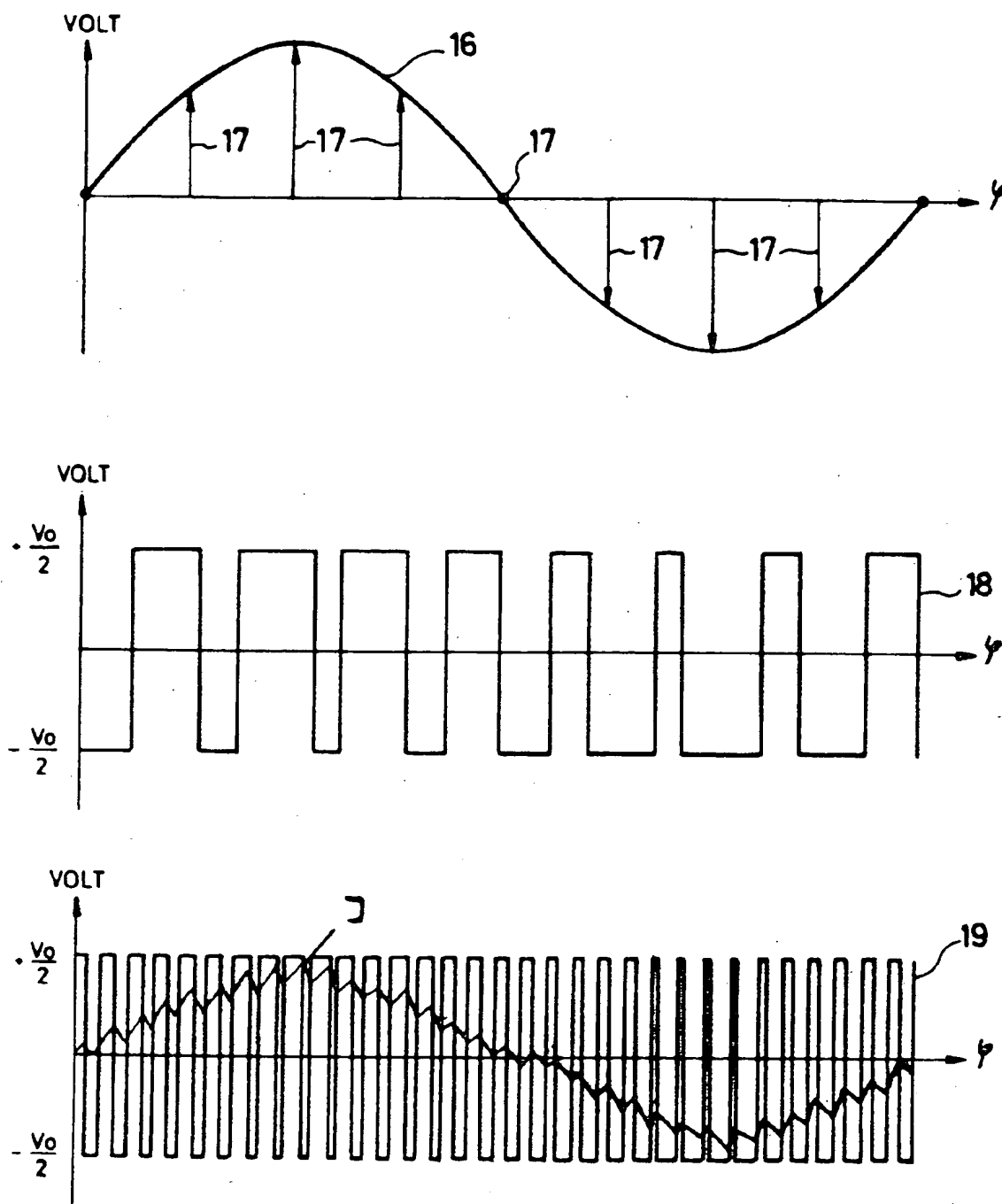


FIG. 2

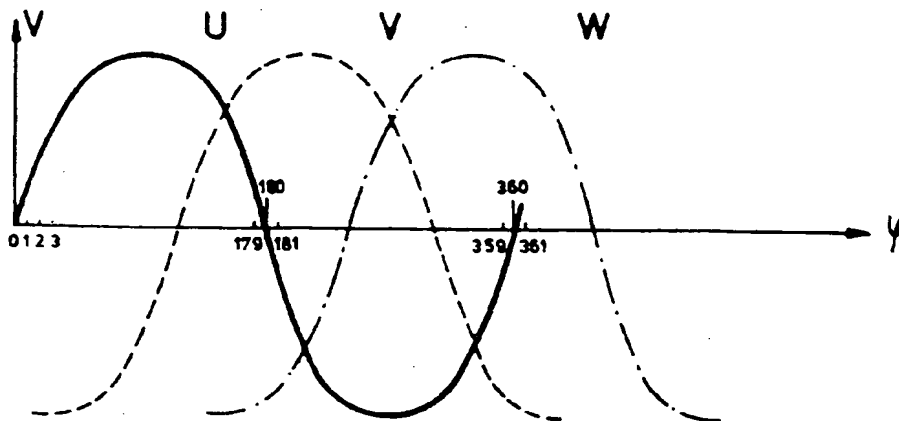


FIG. 3a

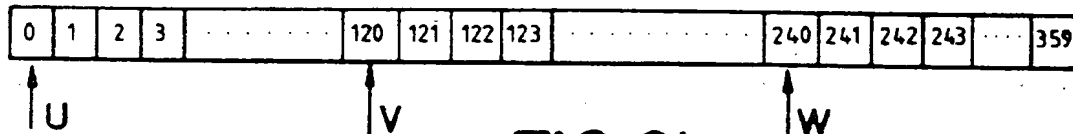


FIG. 3b

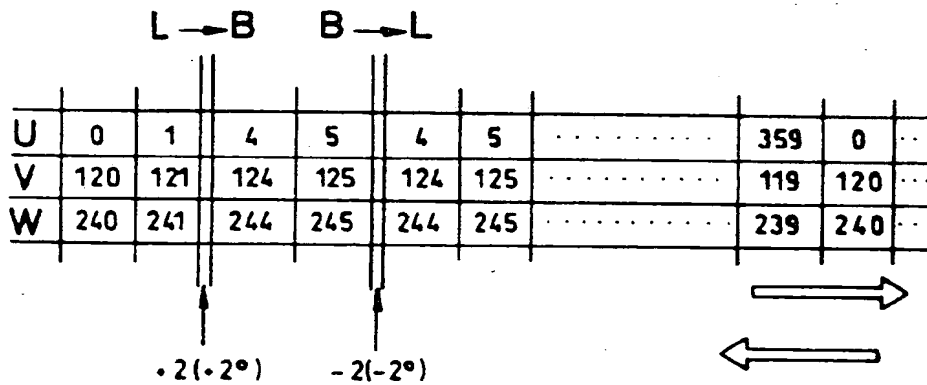


FIG. 3c

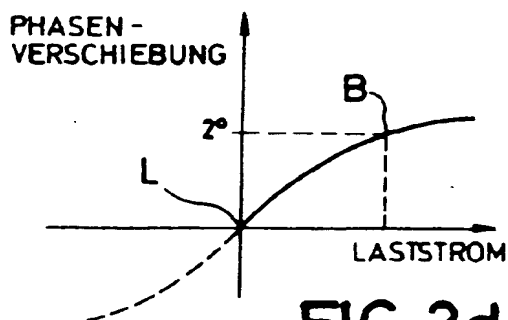


FIG. 3d